

Chirurgische Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. F. P. Gall

**SPÄTERGEBNISSE
NACH GEFÄSSREKONSTRUKTION
MIT DER PTFE-PROTHESE
UND DER UMBILIKALVENE**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Dr. med. Günther Strobl
aus München

1980

Chirurgische Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. F. P. Gall

SPÄTERGEBNISSE NACH GEFÄSSREKONSTRUKTION MIT DER PTFE-PROTHESE UND DER UMBILIKALVENE

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Dr. med. Günther Strobl
aus München

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Priv.-Doz. Dr. D. Raithel
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 14.07.1980

Meiner Frau Anneliese

Meinen besten Dank darf ich Herrn Privatdozent Dr. med. D. Raithel, Oberarzt der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg, für die Überlassung des Themas und die außerordentlich freundliche und stets hilfsbereite Beratung in Fragen zu dieser Arbeit aussprechen.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546212_0054

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	9
1.1. Problematik	9
1.2. Risikofaktoren für die Arteriosklerose	9
1.3. Pathogenese	11
1.4. Historisches	12
1.5. Prothesenmaterial	13
1.5.1. Arten des Gefäßersatzes	13
1.5.1.1 Heterologes Material	14
1.5.1.2 Autologes Venentransplantat	14
1.5.1.3 Kunststoffprothesen	18
1.5.2. Forderungen an das Material	20
1.6. Indikation zur Operation	21
1.7. Operationsmethoden	22
1.7.1. Bifurkationsbypass	22
1.7.2. Femoro-popliteale Etage	23
1.7.3. Femoro-tibiale Etage	23
1.7.4. Femoro-femorale Bypass	24
1.7.5. Axillo-femorale Bypass	24
1.8. Nahtmaterial	26

1.9.	Untersuchungsmethoden	27
1.9.1.	Fragebogen	28
1.9.2.	Pulspalpation	29
1.9.3.	Gefäßauskultation	29
1.9.4.	Oszillographie	29
II.	Die PTFE-Prothese (Expanded Gore-Tex)	31
2.1.	Experimente und klinische Versuche	31
2.2.	Prothesenmaterial	33
2.3.	Feingewebliche Einheilungsbefunde	35
2.4.	Ernährung der Neointima	39
III.	Die Umbilikalvene nach Dardik	40
3.1.	Experimente	40
3.2.	Klinische Versuche	43
3.3.	Prothesenmaterial	45
3.4.	Aufbereitung der Umbilikalvene	46
3.5.	Mindich-Prothese als Alternative	47
3.6.	Vorteile der Aufbereitung nach Dardik	47
3.7.	Eigenschaften der Dardik-Prothese	48

IV.	Ergebnisse	50
4.1.	Gore-Tex-Prothese	50
4.1.1.	Statistik	50
4.1.1.1	Altersverteilung	50
4.1.1.2	Abflußverhältnisse	51
4.1.1.3	Krankheiten	51
4.1.1.4	Tabellarische Aufstellung	52
4.1.2.	Aufarbeitung	56
4.1.2.1	Aortenbogen und Truncus brachiocephalus	56
4.1.2.2	Nierenarterien	56
4.1.2.3	Aorto-femorale Etage	56
4.1.2.4	Femoro-popliteale/crurale Etage	57
4.2.	Umbilikalvene nach Dardik	59
4.2.1.	Statistik	59
4.2.2.	Operationsindikation	60
4.2.3.	Abflußverhältnisse	61
V.	Diskussion	65
5.1.	Gore-Tex-Prothese	65
5.1.1.	Spezifische Komplikationen	67
5.1.1.1	Infektion	67
5.1.1.2	Aneurysma	67
5.1.2.	Nachbehandlung	68
5.2.	Dardiksche Umbilikalvene	69

VI.	Zusammenfassung	72
VII.	Literaturverzeichnis	74

I. EINLEITUNG

1.1. PROBLEMATIK

Durchblutungsstörungen gehören heute zu den in unserer zivilisierten Welt häufigsten Erkrankungen. Der prozentuale Anteil kardiovaskulärer Todesursachen (Herz, ZNS) an den Gesamt-todesursachen in Europa liegt zwischen 30 und 50 %. Den weitaus breitesten Raum bei Patienten mit arteriellen Verschußkrankheiten nimmt die Arteriosklerose ein (90 - 95 % der Fälle), gefolgt von dem wesentlich selteneren Krankheitsbild der Thromboangitis obliterans Winiwarter-Buerger (5 - 10 %) und der nur vereinzelt auftretenden cystischen Adventitiadegeneration (56, 57).

1.2. RISIKOFAKTOREN FÜR DIE ARTERIOSKLEROSE

Die Ursachen der Arteriosklerose sind multifaktoriell. Nach den Ergebnissen der Framinghamstudie gehören zu den wichtigsten Risikofaktoren die Höhe der Cholesterinkonzentration im Serum, Hypertonie, Diabetes, Hyperurikämie, Nikotinabusus. Möglicherweise kommen noch weitere, uns heute in dieser Bedeutung noch unbekannte Risikofaktoren hinzu.

Mit Sicherheit ist auch eine genetische Disposition vorauszusetzen.

Primäre Risikofaktoren:

a) Alter und Geschlecht

- bevorzugt im Alter zwischen 50 und 70 Jahren
- bevorzugt ist das männliche Geschlecht.

b) Nikotin

- Die Sauerstoffversorgung des Rauchers mit einem Zigarettenkonsum von mehr als 20 Stück pro Tag entspricht einem Aufenthalt in 2300 Meter Höhe. Nikotinkonsum begünstigt die Entwicklung der Arteriosklerose in den Gliedmaßenarterien, während offenbar die Hirngefäße von diesem Prozeß ausgeklammert sind (57).

c) Hypertonus

- Zusammenhang zwischen Hochdruck und arteriosklerotischen Gefäßerkrankungen kann heute als gesichert angesehen werden. (Häufig stenosierende Prozesse der Extremitätenarterien.)

d) Diabetes mellitus

- Erhöhte Blutfettwerte (Cholesterin und Neutralfette) finden sich auch bei dieser Stoffwechselstörung. Die Arteriosklerose tritt früher und schwerer auf als beim Gesunden.

e) Hypercholesterinämie

- Cholesterinreiche Kost beim Kaninchen führt zu atheromatösen Gefäßveränderungen, also Fettstoffeinlagerungen ohne Bindegewebsvermehrung (84); Dabei beginnen die degenerati-

ven Veränderungen bereits vor dem 30. Lebensjahr, der Schweregrad nimmt mit fortschreitendem Alter stark zu. Eine Lipoidose der Aorta ist bei Säuglingen schon nach einer milchreichen Mahlzeit zu beobachten (57). Werte über 260 mg% sind immer als pathologisch zu bewerten (83, S. 229 ff.).

1.3. PATHOGENESE

Die histologischen Phasen, die mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit ablaufen, wenn die Risikofaktoren nicht entsprechend behandelt werden, beginnen zunächst mit einem Ödem der Intima; im Lauf der Zeit resultiert daraus eine Bindegewebzunahme, lipoidhaltige Phagocyten und einzelne Lymphocyten finden sich ein. Darauf folgt eine Sklerosierung des Bindegewebes, Lipoidkristalle (Cholesterin!) erzeugen eine starke Entzündung. In den Spätstadien verkalken die zerstörten Gebiete sekundär, es kommt zur Ausbildung von Thromben. Eine Lumeneinengung kommt also primär durch die Entstehung der atheromatösen Plaques und sekundär durch Thrombenbildung zustande.

Um in diesen Krankheitsablauf eingreifen zu können, muß man als erstes die Risikofaktoren behandeln. Ist jedoch bereits bei einer fortgeschrittenen Stenose ein Verschuß einer Arterie aufgetreten, nutzt man seit einiger Zeit die Erkenntnisse der intensiven Forschung der rekonstruktiven Gefäßchirurgie. Man

versucht dabei, ein obliteriertes Gefäß durch alloplastisches, heterologes oder allogenenes Material zu ersetzen.

Die Aufgabe dieser Arbeit ist es, an Hand des Erlanger Krankengutes nachzuweisen, inwiefern sich die Gore-Tex-PTFE-Prothese und die Dardikische Umbilikalvene aus der Sicht der Spätergebnisse bis heute bewährt haben.

1.4. HISTORISCHES

Seitdem erkannt war, daß Blutgefäße im wesentlichen allein für den Bluttransport verantwortlich sind, war man bestrebt, diese durch künstliche Röhren zu ersetzen. 1542 versuchte Vesal den Ersatz einer Arteria femoralis durch einen Strohhalm. Da diese Versuche gründlich fehlschlagen, dauerte es mehr als dreieinhalb Jahrhunderte, bis in den ersten Jahren unseres Jahrhunderts wieder Versuche unternommen wurden, Segmente von Transportarterien durch Silberröhren, Elfenbeinrohre, Gummischläuche oder Glasröhrchen zu ersetzen. Carell berichtete 1912 über Fehlversuche mit Glas- und Metallprothesen, wobei das Hauptproblem die in den starren Röhren innerhalb von Stunden oder Tagen einsetzende Koagulation oder eine Fremdkörperreaktion war.

Nachdem Carell die operationstechnischen Grundlagen für die Gefäßrekonstruktionen geschaffen hatte, nahm Lexer 1907 die

erste freie Venentransplantation vor, Jeger entwickelte zuerst 1913 im Tierexperiment die Idee des Bypassprinzips (36). 1929 führte Cid Santos die translumbale Aortographie in die angiologische Diagnostik ein. Ein weiterer Meilenstein in der Entwicklung war die Einführung der direkten Beseitigung arterieller Verschlüsse (Thrombendarteriektomie) durch Santos 1947 (25, 26).

Leriche und Fontaine hatten zu dieser Zeit bereits 10 Jahre lang arterielle Durchblutungsstörungen mittels einer Grenzstrangresektion durchgeführt (39). Anfang der 50er Jahre entwickelte man verschiedene synthetische Stoffe wie Nylon, Orlon, Dacron und Teflon, mit denen man an den Ersatz der großen Arterien ging. 1952 berichteten Vorhees, Blakemore und Jaretzki über die ersten alloplastischen Gefäßprothesen, die im Körper einheilten und als Blutleiter durchgängig blieben. Von allen getesteten Kunststoffen haben sich, wenn auch mit Einschränkungen, nur Dacron und Teflon bewährt (siehe unten).

1.5. PROTHESENATERIAL

1.5.1. Arten des Gefäßersatzes

Der Gefäßchirurgie stehen heute folgende Möglichkeiten der rekonstruktiven Chirurgie zur Verfügung:

1.5.1.1 *Heterologes Material*

Bovine-Grafts

Bovine-Grafts aus hochgereinigten Rinder- oder Kalbscarotiden konnten die in sie gestellten Erwartungen nicht erfüllen. Sie neigen in hohem Maße zu Rupturen, Aneurysmabildungen und Reverschlüssen, so daß sie heute keine ernsthafte Bedeutung mehr besitzen (9).

Sparks-Mandril

Der Sparks-Mandril gehört zu den fibrokollagenen Grafts. Wegen deren schlechter Spätergebnisse (nach 4 Jahren eine patency von nur 18,5 %) kann nicht mit einer Weiterentwicklung in dieser Richtung gerechnet werden.

1.5.1.2 *Autologes Venentransplantat*

Der Ersatz eines stenosierten oder obliterierten Gefäßes durch die Vena saphena magna ist die heute wohl am meisten praktizierte Methode, soweit es sich um kleinkalibrige Arterien (Coronar- und Unterschenkelarterien) handelt. Seit Jean Kunlin im Sommer 1948 einen segmentalen Verschluß der Arteria femoralis communis mittels eines Bypasses mit der Vena saphena magna operierte und in demselben Jahr noch weitere 13 Bypassoperationen dieser Art ausführte, setzte sich dieses Verfahren weltweit durch (38). Auch heute noch muß dieses Material als das Optimum beim Ersatz kleinkalibriger Arterien angesehen werden, da die Spätergebnisse als hervorragend einzustufen sind.

De Weese und Rob berichten 1977 in einer 10 Jahre überblickenden Studie über eine Patency von 59 % (nach 5 Jahren) bzw. 38 % (nach 10 Jahren) (11). In dem Krankengut der Universitätsklinik Erlangen waren nach 5 Jahren noch 74 %, nach 10 Jahren noch 62 % der Bypässe durchgängig (52) (siehe Abb. 1).

CUMULATIVE PATENCY RATES

LIFE TABLE ANALYSIS

(SAPHENOUS VEIN)

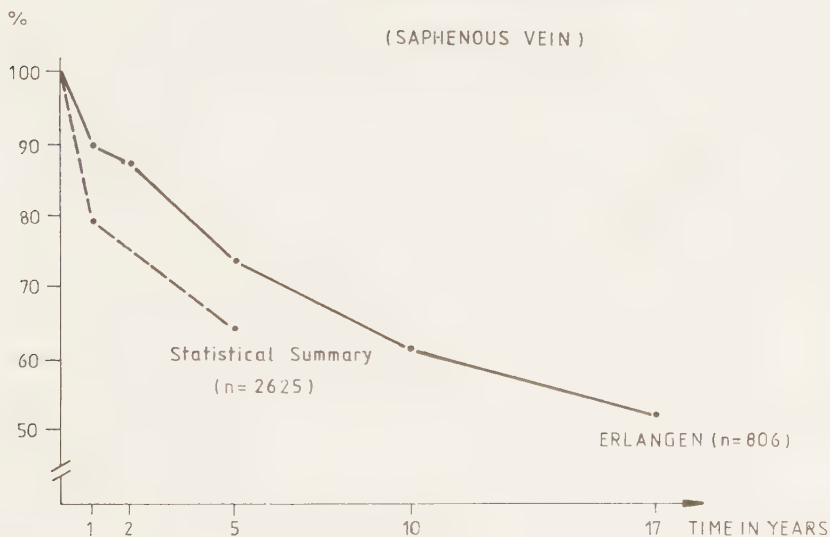


Abb. 1: Life Table Analysis:

Cumulative Patency Rates of saphenous veins

In femoro-poplitealer Position waren nach 5 Jahren noch 75 %, nach 10 Jahren 65 % und nach 17 Jahren (!) noch mehr als die Hälfte der implantierten Bypässe durchgängig. Diese Zahlen beweisen die Überzeugnede Operationsmethode und machen sie zum Maßstab aller nach ihr entwickelten Versuche eines Gefäßersatzes (siehe Abb. 2).

LIFE TABLE ANALYSIS

CUMULATIVE PATENCY RATES

SAPHENOUS VEIN (n = 806)

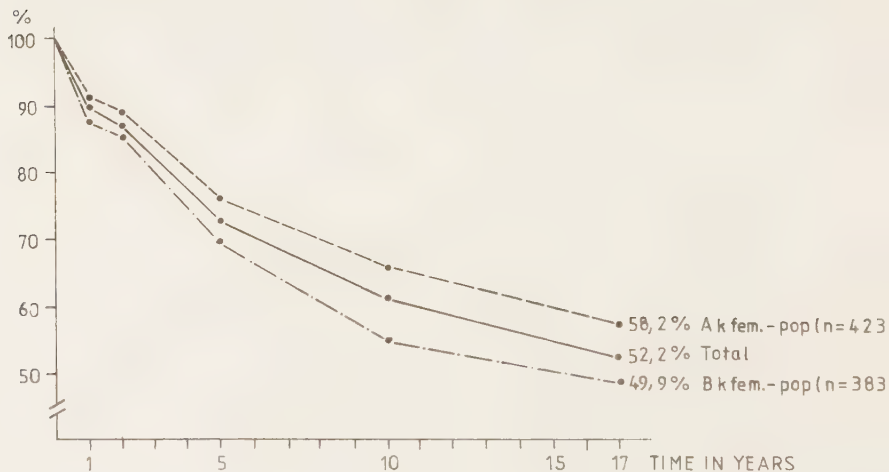


Abb. 2 : Life Table Analysis:

- in position a) a k fem.-popl.
- b) total
- c) b k fem.-popl.

Die transplantationsspezifischen Komplikationen sind Infektion, Aneurysma, Thrombose, Intimahyperplasie, arteriosklerotische Veränderungen (14); Sie sind bei dieser Art von Arterienersatz sehr selten. Auch bei schlechtem Venenzu- oder -abstrom bleibt die Durchgängigkeit erhalten. Vántinen fand bei einer Nachbeobachtungszeit von maximal 8 Jahren (Durchschnitt 2,0 Jahre) nur bei 1-2 % eine Aneurysmabildung, von seinen 69 beobachteten Venenbypässen hatte nur einer eine postoperative Wundinfektion, aber 10 (14,5%) multiple stenotische Läsionen (72). Die mikroskopische Untersuchung einer solcherart veränderten Vene zeigte eine dicke Venenwand mit deutlicher Intimahyperplasie und Mediafibrose. Die in der Literatur erscheinenden Zahlen sind jedoch nur bedingt brauchbar, da eine konsequente angiographische Überwachung des gesamten operierten Patientenkollektives nicht durchführbar ist. Obwohl nach den vorausgehenden Ergebnissen dieses Venentransplantat den übrigen Materialien weitaus Überlegen erscheint, bestehen doch Gründe, in bestimmten Fällen auf andere Materialien auszuweichen (53, 68). Zum einen ist die Vena saphena magna in etwa 25% nicht verfügbar, zum anderen muß man bei diesen Überlegungen berücksichtigen, daß zumindest bei Patienten unter 65 Jahren noch eine Vene belassen werden sollte, damit später erforderlichenfalls noch die Möglichkeit einer Coronaren Bypassoperation besteht. So war man also zu allen Zeiten bemüht, alloplastisches

Material zu entwickeln, das den geforderten Bedingungen möglichst nahekommt.

1.5.1.3 *Kunststoffprothesen*

Der heute am weitesten verbreitete Kunststoff ist das Dacron, das gegenüber dem Teflon den Vorzug einer geringen Fremdkörperreaktion besitzt. Dies führt zu einer besseren Inkorporierung im Organismus. Entscheidende Bedeutung für die Funktionstüchtigkeit wird der Wandporosität zugesprochen. Man kennt heute:

- a) Dicht gewebte Prothesen mit sehr kleinen Poren. Diese werden heute zum Ersatz der herznahen Gefäße verwandt, da das Material dicht ist und trotz der während der Operation notwendigen Heparinisierung blutundurchlässig ist.
- b) Locker gestrickte Prothesen.
- c) Sog. Double-Velour-Prothesen (innerer und äußerer Velourbesatz).

Nach Sauvage (59) wurden seit 1957 mehr als 1 Mill. Dacron-Prothesen eingesetzt. De Bakey verwendete in über 20jähriger Erfahrung in 45 % der Fälle gewebte, in 35 % Double-Velour- und in 20 % gestrickte Prothesen. Reichle (55) kommt in einem Vergleich zwischen Venen- und Dacron-Bypässen zu dem Schluß, daß in femoro-poplitealer Position zwar anfangs kein Unterschied im Ergebnis besteht, jedoch nach 11 Jahren die Dacron-Prothese eine um 10 % höhere Verschlußrate aufweist. Im infrapoplitealen

Abschnitt lag die Patency nach 6 Jahren mit knapp über 50 % ähnlich hoch wie die der Venen-Prothese. Sauvage berichtet über eine Offenrate von 75 % nach 2 Jahren und 55,6 % nach 5 Jahren im Poplitea-Segment I. Damit liegt er im Vergleich mit anderen Autoren bei Durchschnittsdaten (20, 27, 29, 41, 56).

Will man eine geringe Längenelastizität erreichen, steht die Dacron-Prothese gerippt („crimping“) zur Verfügung. Eine Querelelastizität wird nicht gefordert, da die Prothesen innerhalb weniger Monate im Prothesenlager durch Einwachsen von Bindegewebe und Auskleiden mit Fibrin völlig erstarren. Die großporigen (gestrickten) Prothesen müssen vor ihrer Implantation sorgfältig mit gerinnungsfähigem Blut getränkt werden. Dabei haftet Fibrin in den Poren und dichtet die Prothese ab (pre-clotting).

Seit 1978 wird die Dacron-Prothese weiterentwickelt.

Biolite-Prothese

Sharp stellte nach klinischer Erprobung die Biolite-Prothese vor. Es handelt sich um eine mit Carbon beschichtete Dacron-Prothese. Sie hat eine negativ geladene Oberfläche und besitzt damit eine Antithrombogenität sui generis. Ob jedoch die Anfangserfolge einen späteren Einsatz rechtfertigen, wird die Zeit zeigen.

In den letzten Jahren wurden in die rekonstruktive Gefäßchirurgie noch zwei weitere Verfahren eingeführt, mit denen sich diese Arbeit beschäftigt:

- a) die expanded PTFE-Prothese,
- b) die Umbilikalvene nach Dardik.

Obwohl nun bereits seit 30 Jahren mit wechselndem Erfolg die verschiedensten Wege zur Rekonstruktion verschlossener Arterien beschritten worden sind, genügte doch keines der bisher verwendeten Materialien ausreichend den Forderungen, die man im Interesse des Patienten stellen muß:

1.5.2 Forderungen an das Material

- a) Biochemisch gute Verträglichkeit, möglichst nur eine geringe Fremdkörperreaktion.
- b) Fehlende blastogene Potenz (Karzinom- oder Sarkomentstehung).
- c) Fehlende oder geringste Gerinnungsaktivierung an der Prothesenoberfläche.
- d) Konstanz der chemischen und physikalischen Eigenschaften (niedrige Quellneigung, hohe Reißfestigkeit, geringe Dehnungseigenschaften).
- e) Kein Abknicken an der Beugeseite.
- f) Optimale textiltechnische Verarbeitungsmöglichkeit.

- g) Aufrechterhaltung der berechneten Durchgängigkeit bei kleineren Lumendurchmessern.
- h) Resistenz gegenüber Biodegeneration.
- i) Infektionsresistenz.
- k) Dauerhafte Antithrombogenität.
- l) Sichere Sterilisierbarkeit im Autoklaven (Schmelzpunkt über 150 °C).

1.6. INDIKATION ZUR OPERATION

Die Indikation zur Operation richtet sich nach dem klinischen Beschwerdebild. Fontain-Ratschow teilte folgende Stadien ein:

Stadium I : Frühanzeichen wie chronische Nagelbetteiterungen, Müdigkeit und Schweregefühl in Wade, Oberschenkel und Gesäß.

Stadium II : Claudicatio intermittens; in Ruhe ist die Blutversorgung gewährleistet, bei erhöhtem Sauerstoffverbrauch kommt es zu ischämischen Beschwerden distal des Gefäßverschlusses.

Stadium III: Ruheischämiephänomen mit Schmerzen und Lähmungen in Wade und Oberschenkel.

Stadium IV : Es kommt zur Gangrän der Peripherie.

Die Indikation zur Operation besteht erst im Stadium II, wenn das klinische Beschwerdebild dies verlangt (Gehstrecke unter 500 m). Im Stadium III und IV besteht eine absolute Indikation, da sonst die Amputation droht. Diese ist aber mit einer wesentlich höheren Letalität behaftet als eine Gefäßplastik. Entscheidend für das Gelingen einer Rekonstruktion sind jedoch der möglichst optimale Zufluß und eine freie Abflußbahn in möglichst drei Gefäße.

1.7. OPERATIONSMETHODEN

1.7.1. Bifurkationsbypass

Die terminale Aorta und die Femoralisgabel beiderseits der Leistenbeuge wird nach Spaltung des Retroperitoneums freigelegt. Anschließend Tunnellierung des retroperitonealen Kanals zur Platzierung einer Bifurkationsprothese. Nach systemischer Heparinisierung wird die Aorta oberhalb der Arteria mesenterica inferior abgeklemmt und an der Vorderwand inzidiert. Nach lokaler Thrombendarteriektomie der proximalen Aorta erfolgt der zentrale Transplantatanschluß. Die beiden Prothesenschenkel werden dann retroperitoneal durchgezogen und beiderseits End-zu-Seit auf die Arteria femoralis communis, direkt

über dem Abgang der Arteria femoralis profunda, anastomosiert.
(In Anlehnung an 84, S. 279 f.)

1.7.2. Femoro-popliteale Etage

Nach Aufsuchen der Arteria femoralis sowie der Arteria poplitea wird das Implantat durchgezogen und jeweils End-zu-Seit mit den entsprechenden Arterien anastomosiert, wobei die distale Anastomose möglichst proximal des Kniegelenkes zu liegen kommen soll. Dabei wird bei alloplastischen Materialien die Gefahr der Abknickung vermieden.

1.7.3. Femoro-tibiale Etage

Die Arteria tibialis anterior wird an der Außenseite des Unterschenkels im proximalen Drittel aufgesucht. Das Implantat wird für einen Bypass auf die Arteria tibialis anterior oder die Arteria dorsalis pedis subcutan, lateral am Oberschenkel und Unterschenkel nach distal oder neuerdings durch die Membrana interossea geführt. Wenn auch nur ein kurzes Stück der Vena saphena magna zur Verfügung steht, wird in der Universitätsklinik Erlangen ein sogenannter Venenkombinationsbypass nach Linton durchgeführt. Dabei wird das Saphenasegment oberhalb des Knies angeschrägt und mit einem 6 mm Prothesesegment anastomosiert. Dieses Saphenasegment wird dann popliteal oder

crural anastomosiert. Wegen der wesentlich häufiger auftretenden Rezidive werden die anderen Kombinationsbypässe wie der Jumping-Graft oder End-zu-Seit auf eine femoro-popliteale Prothese nicht durchgeführt.

1.7.4. Femoro-femorale Bypass

Bei Patienten mit schweren allgemeinen oder kardiopulmonalen Begleiterkrankungen, bei denen ein Eingriff mit Durchtrennung der Bauchwand ein zu hohes Risiko darstellt, wird der femoro-femorale Bypass nach Vetto eingesetzt. Der Prothesenbypass läuft dabei transpubisch subcutan von der einen zur anderen Leiste. Er wird End-zu-Seit anastomosiert. Die Verschlußrate ist sehr gering.

1.7.5. Axillofemorale oder bifemorale Bypass

Wenn im Beckenbereich keine Wiederherstellung des Verschlusses (Protheseninfektion, doppelseitiger Gefäßverschluß) möglich ist, kommt der axillo-femorale oder meist der bifemorale Bypass zur Anwendung. In der Achselhöhle wird die Arteria axillaris, in der Leistenbeuge die Femoralisgabel freipräpariert. Nach proximaler Anastomose wird die Kunststoffprothese subcutan zur Leistenbeuge heruntergeleitet und mit der Arteria femoralis anastomosiert.

743 RECONSTRUCTIONS WITH EXPANDED

PTFE (GORE-TEX)

(1975 - 6 / 30 / 79)

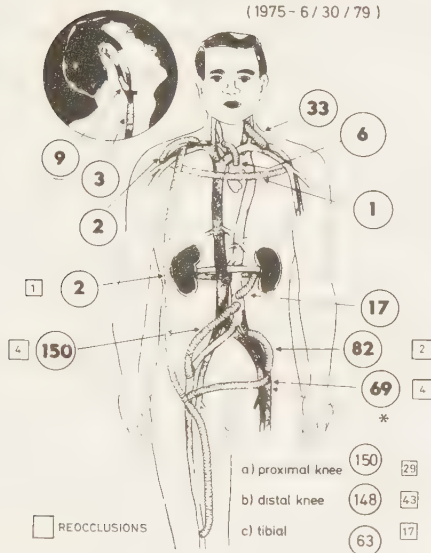


Abb. 3 : Arterielle Rekonstruktionen mit Gefäßprothesen

Ein weiterer Einsatzpunkt ist der Dialyseshunt. Die Transplantate werden bevorzugt in gerader Position am Unterarm zwischen Arteria radialis bzw. ulnaris und Vena mediana cubiti bzw.

brachialis inseriert. Aus hämodynamischen und operationstechnischen Gründen sieht man von Schleifentransplantaten (loops) ab: sie neigen leicht zur Abknickung und sind mit einer höheren Thromboserate belastet (32).

Eine optimale Einheilung wird erreicht, wenn die Außenseite der Prothese nicht durch ein Hämatom von dem sie umgebenden Gewebe getrennt ist. Nur so können Fibroblasten einwachsen, wenn das Heilungspotential am größten ist.

Bei der Gore-Tex-Prothese ist weiterhin darauf zu achten, daß die richtige Länge zugeschnitten wird, da das Material nicht elastisch ist. Sonst wird die Zugbelastung des Fadens zu hoch, und es entsteht die Gefahr einer Ruptur mit nachfolgendem Aneurysma. Die Dardikische Umbilikalvene wird an der Erlanger Klinik fast ausschließlich zur Rekonstruktion von Gefäßverschlüssen an der unteren Extremität angewandt.

1.8. NAHTMATERIAL

Beim Erlanger Krankengut wird Polypropylene verwandt. Dieser Kunststoff ist thermoplastisch, der Erweichungsbereich liegt verhältnismäßig hoch, die hohe mechanische Zugfestigkeit entspricht der Nylonfaser. In der Literatur ist man sich einig,

daß Kunststofffasern als Nahtmaterial für kleinere Arterien in Hinblick auf Haltbarkeit und Gewebereaktion der Seidenfaser vorzuziehen sind (6, 51).

1966 konnten Dormandy und Götz von Versuchen berichten, in denen sie negativ geladene Einfachfasern aus rostfreiem Stahl verwendeten und damit die damaligen Offenraten deutlich erhöhten (24). Wenn man jedoch Langzeitergebnisse betrachtet, stellt man zwischen Seide und Tevdek keine großen Unterschiede fest, so daß auch dieses Material in Zukunft wohl nicht mehr angewandt werden wird (46).

Sehr wichtig für den Operationserfolg ist es auch, gut geschärfte Nadeln zu verwenden, die das Gewebe möglichst wenig traumatisieren und es nicht zerscheiden. Damit vermeidet man außerdem das unangenehme Nachbluten an den Nahtstellen. Beim Vernähen beginnt man mit jedem Stich im Gefäß des Empfängers, um von der Intima aus durch die Adventitia zur Prothese durchzustechen.

1.9. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

In den Jahren 1975 bis 1979 (Juni) wurde in der Universitätsklinik Erlangen bei 550 Patienten ein Arterienersatz mittels

einer PTFE-Prothese und bei 56 Patienten mittels einer Umbilikalvene inseriert. Dieses Kollektiv wurde im Juni 1979 nachkontrolliert.

1.9.1. Fragebogen

Alle Patienten wurden anhand eines Fragebogens befragt nach Operationslokalisation (Hals, Nierenarterie, Bein, Arm, links - rechts), eingenommenen Medikamenten, Nikotinkonsum, letztem Hausarztbesuch, Beschwerden in letzter Zeit (Schmerzen in Ruhe, rasche Ermüdung, Schwäche) in den Armen, in den Beinen (Schmerzen in Ruhe, Schwäche, Schmerzen beim Gehen). Zuletzt wurde noch die Frage nach der Zufriedenheit mit dem jetzigen Zustand gestellt.

Anhand dieses Fragebogens wurde festgestellt, ob der früher implantierte Bypass noch funktionstüchtig war. Beim Großteil des Patientengutes konnte auf Grund dieses Erhebungsbogens entschieden werden, ob die chirurgische Intervention weiterhin erfolgreich war oder nicht. Wenn ein Patient keine Schmerzen beim Gehen, geschweige einen Ruheischämieschmerz hatte und die Gehstrecke mehr als 500 m betrug, war der Bypass sicher noch durchgängig. In allen zweifelhaften Fällen wurden die Patienten einbestellt und nach den folgenden Methoden untersucht.

1.9.2. Pulspalpation

An den unteren Extremitäten wurden die Pulse der Arteria femoralis, a. poplitea, a. tibialis posterior und der a. dorsalis pedis palpiert. Dabei ist natürlich die starke subjektive Belastung bei der Beurteilung des Pulses zu berücksichtigen. Man kann z.B. kaum durch ödematöses Gewebe hindurch die A. dorsalis pedis tasten. Der periphere Puls kann trotz eines Verschlusses bei guter Kollateralisation in Ruhe palpabel sein.

1.9.3. Gefäßauskultation

Eine Auskultation erfolgte über der Karotidgabel, den Supra-klavikulargruben, dem Abdomen, der Leistenbeuge, der Innenseite der Oberschenkel und der Fossa poplitea. Sie ist eine wichtige Untersuchungsmethode in der Frühdiagnose obliterierender Gefäßprozesse und sollte bei jedem Risikopatienten vom Hausarzt angewendet werden.

1.9.4. Oszillographie

Das Ausmaß einer Stenose und ihrer Lokalisation läßt sich exakt nur durch die Oszillographie bestimmen, wenn man invasive Methoden außer Acht läßt. Über einen Pulsabnehmer werden bei fallendem Manschettendruck die Pulsationen mechanisch oder elektrisch aufgezeichnet. Das Maximum der pulsatorischen Ausschläge liegt

bei einem Manschettendruck, der etwa dem Mittelwert des Druckes der erfaßten Hauptarterie entspricht. Mit dieser Methode läßt sich mit Sicherheit feststellen, ob ein Transplantat durchgängig ist oder nicht.

II. DIE PTFE-PROTHESE (EXPANDED GORE-TEX)

2.1. EXPERIMENTE UND KLINISCHE VERSUCHE

Versuche mit diesem neuartigen Material, das sich in vielerlei Hinsicht von den bis dahin verwendeten Prothesen unterschied, gehen auf T. Soyer in Denver/USA zurück (67). 1972 ersetzte dieser bei 27 Jungschweinen verschiedene Abdominalvenen durch Gore-Tex-Prothesen. Nach einer Nachbeobachtungszeit von maximal sechs Monaten (im Mittel etwa 2 Monate) war bei 89% der Bypass patent. Darauf wurden zwei Patienten mit einem Pankreaskarzinom, das bereits die Vena cava inferior infiltriert hatte, 9 mm dicke Gore-Tex-Prothesen inseriert, die beide bei mehreren angiographischen Kontrollen durchgängig waren.

1973 ersetzten H. Matsumoto u. Mitarb. (45) in Tokio auf eine Länge von 3 - 5 cm mit 3 mm Durchmesser ein Stück der Arteria femoralis durch die expanded Gore-Tex-Prothese. In einem Zeitraum von 4,5 - 11 Monaten post operationem sah er eine 100%ige Patency.

1974 ersetzten Fujiwara u. Mitarb. (30) in Boston bei 36 Hunden Gefäße durch verschiedene Bypassmaterialien, darunter bei jeweils 10 Hunden die Vena cava inferior bzw. superior durch die PTFE-Prothese. Von den nach 9 Monaten noch lebenden 9 Hunden hatten sieben einen offenen Bypass.

Im selben Jahr implantierte Campbell (7) bei 15 Patienten ohne verfügbare Vena saphena magna verfeinerte mikroporöse TPE-Prothesen mit Durchmessern von 4 - 8 mm. Die Nachbeobachtungszeit betrug 4 - 8 Monate, die Patency 87 %.

1975 implantierten Smith u. Mitarb. (66) bei 38 Hunden

- a) Lyophilized Homografts,
- b) Fibrocollagenous Tubes,
- c) Expanded Gore-Tex-Prothesen.

Beim Vergleich zeigte nur die TPE-Prothese eine Patency von 83 %, was als glänzendes Ergebnis zu werten ist (Lyophilized Homografts 57 %, Fibrocollagenous Tubes 14 %).

1975 - 1978 implantierte dieselbe Gruppe in New York bei 327 Patienten 362 TPE-Prothesen (33). 184 Transplantate wurden in femoro-poplitealer Position operiert. Die Patency war am Ende des ersten Jahres 74 %, am Ende des zweiten und dritten Jahres 58 %. 17 Transplantate wurden als femoro-tibialer Bypass angelegt. Hier betrug die Patency nach einem Jahr nur 40 %.

98 Bypässe wurden in den oberen und unteren Extremitäten implantiert als Dialyseshunt. Nach einem Jahr betrug die Offenrate 83 %.

63 Transplantate wurden an verschiedenen anderen anatomischen Stellen implantiert. Dabei betrug die Patency je nach Lokalisation 50 - 100 %.

1976 begann Charles Currier jr. mit der Implantation von 155 PTFE-Prothesen bei 136 Patienten. Nach 18 Monaten waren noch 93 % der Patienten mit durchgängigen Bypässen versorgt.

Die Serie erfolgreicher Versuche in der Literatur mit der expanded Gore-Tex-Prothese ließe sich noch um einiges erweitern (72, 5, 8, 9, 78, 39, 31).

2.2. PROTHESENATERIAL

In der Erlanger Klinik wird ausschließlich die Prothese der Firma Gore-Tex GmbH (Putzbrunn bei München) verwandt. Sie besteht aus Polytetrafluoräthylen mit glatter Ober- und Innenfläche und wird in einem neuartigen mechanischen Reckverfahren hergestellt. Die Struktur des hochporösen Materials wird durch feste Knoten aus Polytetrafluoräthylen (PTFE) gebildet, die durch feine und sehr zugfeste Fasern verbunden sind. Die Prothese besteht aus zwei Schichten: einem inneren porösen Rohr und einer äußeren hochporösen, hauchdünnen Folie. Diese dient zur Verstärkung des inneren Rohres und schützt so vor einer Dilatation. In der ersten Serie wurde bei uns noch nicht die verstärkte Prothese verwandt. Die Prothese ist also nicht gerippt (wie Dacron), gewebt, gestrickt oder gekräuselt. Sie ist primär dicht und hat damit den Vorteil, daß sie nicht preclottet

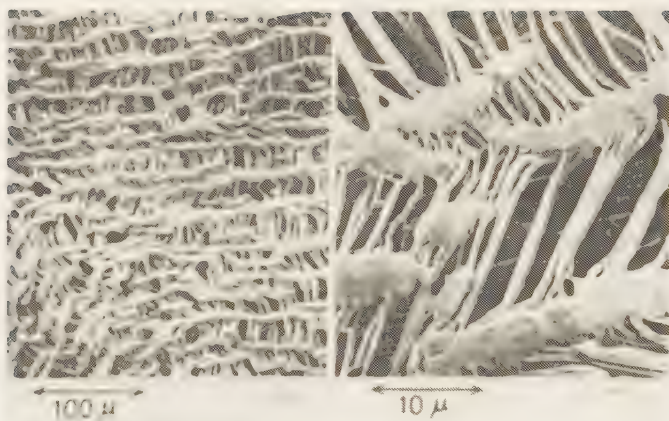


Abb. 4 : Elektronenmikroskopische Aufnahme einer PTFE-Prothese



Abb. 5 : Elektronenmikroskop. Aufnahme einer PTFE-Prothese, wobei als Verbindung der Knoten dünne Fibrillen zu sehen sind, welche die Einwanderung von Fibroblasten erleichtern (X 2000)

werden muß. Ihre negativ geladene Oberfläche schützt vor Thrombosierungen. Wegen der fehlenden Kräuselung besitzt sie nur eine geringe Flexibilität, die Längselastizität fehlt völlig.

2.3. FEINGEWEBLICHE EINHEILUNGSBEFUNDE

Eine Fremdkörperreaktion kommt nur vereinzelt im Bereich der Nahtstellen vor. Schon in den ersten Stunden und Tagen nach Freigabe des Blutstroms werden die zwischen den 30 Mikrometer langen Kunststofffaserbündeln verbleibenden Hohlräume von Erythrocyten und Fibrin ausgefüllt. In den ersten zwei Monaten finden sich keine bindegewebigen Strukturen aus dem Transplantatlager. Auch nach einer Einpflanzzeit von 2-3 Jahren zeigt lediglich der äußere Bereich der Prothesenwand eine spärliche Durchsetzung von Bindegewebe. Eine eigentliche Neointima mit Endothelbesatz ist nur unmittelbar im Bereich der Gefäßanastomose zu beobachten, nicht aber im Mittelstück längerer Transplantate. Das invasive Einheilungsprinzip kommt hier also nur mit starker zeitlicher Verzögerung und auch dann nur unvollständig zum Zug (32). Nach Veith kommt es zum Einwachsen von Fibroblasten in die Prothesen (75). Baier u. Mitarb. (3) stellten auch kein zelluläres Einwachsen in die Prothese fest; sie konnten lediglich eine Schicht aus Fibrin und

Blutplättchen auf der Protheseninnenfläche beobachten. Der Grund hierfür scheint in der Porengröße des Prothesenmaterials zu liegen (6, 75).

Mikroskopische Untersuchungen von Prothesen mit Porengrößen von ca. 15 Mikrometer (15×10^{-6} m) enthüllten eine leicht entzündliche Reaktion mit Ansammlung von Lymphocyten und Plasmazellen auf der Außenseite. Eine eigentliche Neointima wurde jedoch nicht gebildet. Größere Poren von 100 - 300 Mikrometer erlaubten ein schnelleres und reichlicheres Einwachsen von Gewebe. Damit sah man, daß bei größeren Poren entsprechend mehr Gewebe ins Prothesenlumen einwuchs. Oft waren großporige Prothesen bereits nach 24 Stunden verstopft, während kleinporige durchgängig blieben. Wenn die Porengröße 22 Mikrometer überschreitet, fällt die Durchgängigkeitsrate mit steigender Thrombosenentwicklung steil ab. Warum dies so ist, entzieht sich unserer Kenntnis. Man vermutet, daß mit zunehmender Porengröße Blut aus dem arteriellen System in diese „Hohlräume“ eintritt, stillsteht, die Strömungsgeschwindigkeit sich dadurch verlangsamt und infolgedessen der Koagulationsmechanismus ausgelöst wird. Deshalb müssen großporige Gefäßprothesen vor ihrer Implantation ein „Preclotting“ erfahren (Vorkoagulation).

Außer der Porengröße ist noch die Wandstärke eine wichtige Variable. Man hat sie im Bereich von 0,3 - 0,75 mm getestet.

Für das spätere Einwachsen von Gewebe und damit für die spätere Offenrate der PTFE-Prothese schien sie jedoch eine zu vernachlässigende Rolle zu spielen. Das Gewebe wuchs bei allen Wandstärken rasch genug ein.

Auch die Dichte wurde in dem Bereich von 0,24 - 0,35 g / ml variiert. Man sah zwar eine bessere Patency bei dichterem Materialien, jedoch war in diesen Fällen die Porengröße meist kleiner.

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß für die Durchgängigkeit das wichtigste Kriterium die Porengröße ist. In Experimenten fand man eine vollständige Verbindung von fibrösem Gewebe und Kapillaren mit dem Implantat, da das in den Poren haftende Fibrin (preclotting process) allmählich durch einwachsende Fibroblasten ersetzt wird, die im Lauf der Zeit, wenn auch bisher nicht vollständig - und nicht von allen Autoren beobachtet - mit Endothelzellen überzogen werden. So wird eine glatte, weiche, glänzende dünne Neointima über die gesamte Länge und über die Nahtstelle des Implantates gebildet (Abb. 6, 7).

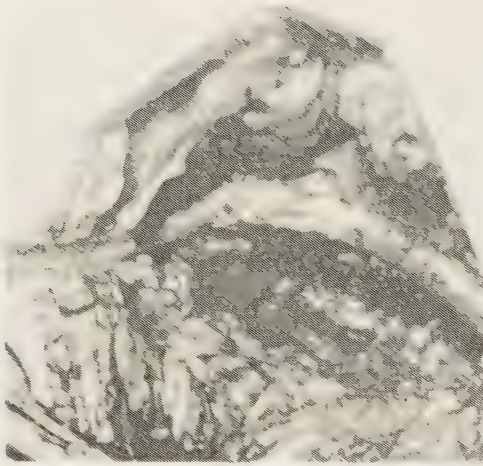


Abb. 6 : Operationssitus einer Gefäßanastomose
mit einer Arteria poplitea

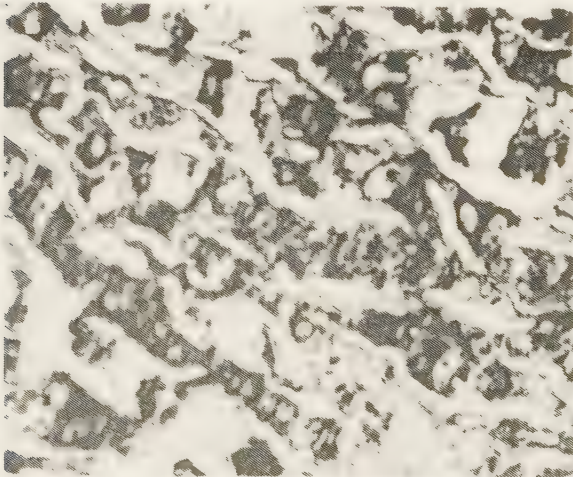


Abb. 7 : Vergrößerung des Kunststoffgerüsts einer PTFE-Prothese
2 Mon. post operationem: Hohlräume von Fibrin ausge-
füllt



Abb. 8 : Großaufnahme einer PTFE-Prothese 10 Mon. post operationem. Die Neointima ist gut entwickelt und liegt der Protheseninnenfläche gut an.

2.4. ERNÄHRUNG DER NEOINTIMA

Vermutlich geschieht die Ernährung der Neointima auf zwei Wegen:

- a) direkte Ernährung aus dem Blut,
- b) indirekte Ernährung aus den Kapillaren.

Diese wachsen in den ersten vier bis fünf Wochen durch die Poren in das Lumen der Prothese ein und ernähren so die Neointima.

Wenn Fibrin persistiert, ist die Ernährung aus dem Blut stark eingeschränkt oder nahezu unmöglich. Die Ernährung erfolgt dabei hauptsächlich über einsprossende Kapillarschlingen (Abb. 8).

III. DIE UMBILIKALVENE NACH DARDIK

3.1. EXPERIMENTE

1971 suchten Dardik und seine Mitarbeiter nach neuen Wegen, einen Prothesensatz zu entwickeln. Dabei versuchte Dardik, menschliche Nabelschnurvenen zu implantieren. In New Jersey pflanzte man zwei Stunden nach der Geburt eine nur in Ringerlösung aufbewahrte Nabelschnur einem Pavianweibchen ein. Weitere fünf Nabelschnurgebilde fror man in Ringerlösung bis zu 28 Tagen ein. Nach dem Auftauen reinigte man sie von Blut, wusch sie mit einer Lösung aus Neomycin-Polymyxin-Bacitracin gründlich durch und reinigte sie abschließend mit einer Ringerlösung, die mit 5.000 U / 500 ml Heparin versetzt war. Daraufhin ersetzte man bei 6 weiblichen Pavianen 2 - 3 cm eines Aorta-Segmentes nach systemischer Heparinisierung mit einer solchermaßen präparierten Vene. Das Nahtmaterial war 6 - 0 Prolene.

Die Frühergebnisse nach 5 bzw. 10 Tagen waren hervorragend. Nach 3, 6 und 8 Wochen jedoch bildete sich in allen Fällen ein Aneurysma aus. Bei der histologischen Untersuchung fand man eine Woche nach Implantation Blutungen und eine Infiltration polymorphkerniger Leukocyten in der mesenchymalen Matrix (Whartonsche Sulze). Pathologische Befunde bei den Aneurysma-Exemplaren

waren ausgedehnte Nekroseherde, Hämorrhagien und Mikroabszesse (13).

1975 berichtete dasselbe Team (14) von ähnlichen Versuchen. Hierbei ersetzte man bei 14 weiblichen Pavianen ein 2 cm langes infrarenales Aortensegment in generalisierter Heparinisierung durch Nabelschnurgefäße. Röntgenologisch stellte man fest, daß diese Gefäße durch manuelle Manipulation in alle Längen und Durchmesser zu bringen sind, da sie sehr hohe Drücke (bis zu 600 mmHg) aushalten. Druckmessungen der Nabelschnurgefäße während des Kaiserschnittes (42, 43) zeigten einen Mitteldruck von 88 mmHg für Arterien und von 41 mmHg für die Venen. Diese Druckwerte sind sicherlich höher als die, welche in der Vena saphena magna bei aufrechter Position herrschen, und diese sind sicher höher als die Druckwerte in der Vena cephalica, die beide erfolgreich als Überbrückungsmaterialien angewandt worden waren. Die bei diesen Versuchen auftretenden Aneurysmen schrieben Dardik et al. der von Szilagy (70) und dessen Team postulierten „intrinsic Strukturschwäche“ der Gefäßwände zu. Die aufgetretenen Veränderungen (nach einer Woche Ektasien, nach drei Wochen teils große Aneurysmen mit Wandausdünnung) erklärte man sich mit einer fortgesetzten Wandermüdung aufgrund des arteriellen Druckes. Von zehn Venen thrombosierten nur zwei, die Arterien waren allesamt nicht durchgängig, die histologi-

schen Ergebnisse entsprachen denen der vorangegangenen Untersuchung.

1975 berichteten H. Dardik, I. Ibrahim und I. Dardik über einen weiteren Versuch, bei dem die Aufbereitung der Umbilikalvenen modifiziert worden war. Man teilte die Versuchstiere (wiederum Paviane) in 4 Gruppen ein:

Gruppe I : Unmodifizierte Umbilikalvenen.

Gruppe II : Unmodifizierte Umbilikalvenen, die zusätzlich mit einem Polyesternetz umgeben wurden.

Gruppe III : Modifizierte Umbilikalvenen.

Gruppe IV : Modifizierte Umbilikalvenen mit Polyesternetzverstärkung.

Die Modifikation bestand aus einer Materialhärtung (Gerbprozeß) mit Hilfe von Dialdehyd oder Glutaraldehyd. Zugfestigkeitsstudien, die vor der Implantation durchgeführt worden waren, zeigten, daß die Ummantelung der Vene eine Festigkeit verleiht, die gleichwertig mit der anderer Gefäßmaterialien ist, wie z.B. die der Rinder-Karotis. Es wurden in der Versuchsanordnung kurze Segmente der Aorta und der Karotis ersetzt und an der Aorta Bypassoperationen durchgeführt.

Gruppe I : Nach 3 Wochen fand man Ektasien, nach 6 bzw. 12 Wochen Aneurysmen und Plasmazellinfiltrate.

Gruppe II : Nach 3 bis 12 Wochen Thrombosen und Plasmazellen.

Gruppe III : Nach 6 bis 12 Wochen lediglich Ektasien.

Gruppe IV : Nach 3 Wochen waren alle durchgängig, nach 6 bis
12 Wochen sah man keine Ektasien oder Aneurysmen.

Man kam zu folgenden Ergebnissen:

Unmodifizierte Umbilikalvenen bilden nach Implantation Aneurysmen aus und thrombosieren, auch wenn ein Polyesternetz die Wand verstärkt. Geht eine Gerbung mit Dialdehyd oder Glutaraldehyd voraus, lassen sich anscheinend Thrombosen und Aneurysmen vermeiden. Ektasien und Aneurysmen dürften sekundär auf eine Wandermüdung zurückzuführen sein, der mit einer Polyesterummantelung zuvorkommen ist (15, 19).

3.2. KLINISCHE VERSUCHE

1976 berichteten Dardik und Kollegen von den ersten klinischen Implantationen, die zu dieser Zeit 17 Monate zurücklagen. Die Umbilikalvenen waren aus der Nabelschnur sorgfältig herausgelöst, mit Glutaraldehyd gegerbt und mit einem Polyesternetz umgeben worden. Anschließend lagerte man sie in Glutaraldehyd (Gruppe I), später in 50%igem Äthylalkohol (Gruppe II). Direkt vor der Implantation spülte man alle Gefäße gründlich mit 1500 bis 2000 ml steriler Kochsalzlösung oder Ringerlösung, die

Heparin und Antibiotika enthielten. Bei 24 Patienten wurde die so modifizierte menschliche Nabelschnurvene für einen femoro-poplitealen Bypass verwendet. Bei den Patienten aus Gruppe I kam es mehrfach zu Thrombosen, nur bei einem Patienten war der Bypass über die beobachteten 17 Monate durchgängig. Unter den 20 Patienten der Gruppe II, bei welcher der Lagerungsprozeß abgeändert war, konnte in 19 Fällen eine Durchgängigkeit erzielt werden (18, 19).

Die Ergebnisse ermutigten zu weiteren Versuchen, diese Möglichkeiten als Routineoperationen bei femoro-poplitealen Bypässen zu entwickeln.

1978 berichteten H. Dardik und sein Team über 131 Rekonstruktionen bei 116 Patienten mit modifizierten Umbilikalvenen. Die schlechten Abflußergebnisse bei mehr als 50 % der Patienten waren für 80 % der Versagerquote verantwortlich (8 von 10 Bypässen). Den einzigen entscheidenden Grund für das Fehlschlagen einer chirurgischen Rekonstruktion sieht Dardik in dem arteriosklerotischen Gefäßzustand distal der distalen Anastomose. Es trat bei ihm nur ein Aneurysma auf, das jedoch mit einem extra-anatomischen Bypass revidiert wurde. Nach 20 Monaten betrug die Patency in femoro-tibialer Position 84,8 %, bei den femoro-peronealen Bypässen 49,6 % (19, 16). Mit diesen Ergebnissen, die durchaus den Frühergebnissen der Technik mit der Vena saphena

magna entsprechen, lassen sich keine anderen alloplastischen Materialien mit Ausnahme der PTFE-Prothese vergleichen.

Ein anderes Anwendungsgebiet sei abschließend noch erwähnt. Seit mehr als 10 Jahren werden Patienten regelmäßig dialysiert. Die dabei notwendigen Venenersätze wurden bisher mit allen auf dem Markt befindlichen Prothesen durchgeführt. Die Vena saphena magna hat sich dabei nicht bewährt. Komplikationen waren bald auftretende Thrombosierungen, die nach Revision wegen der verletzten Intima sofort rezidierten. Zum anderen traten immer wieder Aneurysmen auf. Weder der Sparks-Mandril noch die heterologe Rinder-Karotis konnten die an sie gestellten Erwartungen voll erfüllen. So verwendet man heute die PTFE-Prothese und die modifizierte Umbilikalvene parallel. Hier wirkt sich vor allem das Infektionsrisiko negativ aus, das der Dardikschens Umbilikalvene wegen des Polyesternetzes innewohnt. Andererseits bildet dieses aber einen wirksamen Schutz gegen Aneurysmen (37).

3.3. PROTHESENATERIAL

Die Dardiksches Gefäßprothese ist eine modifizierte menschliche Umbilikalvene. Bei Spenderinnen schließt man folgende Erkrankungen aus:

- a) Infektionskrankheiten,
- b) Hypertonie,
- c) Neoplasmen,
- d) vorzeitiger Blasensprung.

3.4. AUFBEREITUNG DER UMBILIKALVENE

Die frisch entnommene Nabelschnur wird von allem Blut gereinigt und dann sofort für die Verarbeitung tiefgefroren. Im Labor wird die Nabelschnur auf einen geeichten Mandrin beliebigen Durchmessers aufgezogen und für eine vorläufige Fixation in gepufferten Glutaraldehyd gelegt. Nach einer bestimmten Zeit kann man die Vene von dem stützenden Gewebe und den Arterien befreien und sie für den Rest der Gerbungszeit in das Glutaraldehydbad zurücklegen. Dieser Vorgang dient der Härtung und der Abblockung der Antigenität. Bei diesem Gerbprozeß paßt sich die Vene dem Durchmesser des gewählten Glasmandrins an. Somit kann sie in jedem gewünschten Durchmesser und in fast allen gebräuchlichen Längen hergestellt werden. Nach Abschluß des Gerbprozesses wird die Vene gründlich gespült, damit alles Fixationsmittel entfernt und so die durch Glutaraldehyd induzierten Thrombosen ausgeschaltet werden. Die auf dem Mandrin

befindliche Vene wird nun mit einem Polyester- oder Dacronnetz umgeben und zur weiteren Aufbewahrung in einen Behälter mit 50%iger Äthanollösung gelegt. Der Gerbprozeß ist unabdingbar, da unbehandelte Venen neben Intimadegenerationen Anastomosenerupturen und Thrombosen aufweisen. Das Dacronnetz schützt vor Aneurysmen, die wegen einer gewissen Wandermüdung in Erscheinung treten. Die Netzzwischenräume betragen etwa 1,5 mm.

3.5. MINDICH-PROTHESE ALS ALTERNATIVE

Die Mindich-Prothese besteht aus der gesamten Nabelschnur, enthält also auch die beiden Arterien, die hier den Schutz gegen eine Aneurysmenbildung gewährleisten sollen. Für die Aufbereitung wird der Nabelstrang zur Dehydrierung der Whartonschen Sulze in 96%iges Äthanol gelegt, das in einer bestimmten Temperatur gehalten werden muß, anschließend mit 1,3%iger Dialdehydstärke behandelt und in 70%igem Äthanol mit einem Zusatz von 1%igem Propylphenol aufbewahrt.

3.6. VORTEILE DER AUFBEREITUNG NACH DARDIK

Glutaraldehyd hat gegenüber dem niedermolekularen Dialdehyd den Vorteil einer größeren Verkettung von Eiweißmolekülen.

Es ist allerdings schwieriger auszuwaschen und zu neutralisieren. In Experimenten zeigten Dardik et al. einen signifikanten Verlust der Gefäßarchitektur der mit Dialdehyd-Stärke behandelten Prothesen im Vergleich zu denjenigen, die mit Glutaraldehyd vorbehandelt worden waren. Auch Matella und Fogarty wiesen dies nach (44). Bei Dialyseshunts muß die Prothese mehrfachen Funktionen ausgesetzt werden. Die entzündliche zelluläre Infektion in diesen Fällen bleibt nur dann aus, wenn Glutaraldehyd unter optimalem pH und unter Temperaturkontrolle angewendet wird (14). Bei dem Gerbprozeß bleibt die ehemalige Innenschichtauskleidung der Umbilikalvene erhalten. Eine neue Intimabildung konnte jedoch noch von keinem Autor nachgewiesen werden.

3.7. EIGENSCHAFTEN DER DARDIK-PROTHESE

Zusammengefaßt, hat die Dardiksche Umbilikalvene folgende Eigenschaften:

- a) Bei kleinen Lumendurchmessern genügend große Patency.
- b) Knickt bei einer Flexion nicht ab.
- c) Hohe Infektionsresistenz.
- d) Hohe Widerstandskraft gegenüber der Biodegeneration (Arteriosklerose).

- e) Große Auswahl an verfügbaren Längen (20 - 75 cm) und inneren Durchmessern (4 - 6 mm) in zylindrischer oder sich einseitig verjüngender Form.
- f) Einfache Handhabung.
- g) Minimaler chirurgischer Aufwand zur Implantation.
- h) Keine Antikoagulationsbehandlung nötig.
- i) Keine Sickerblutung durch die Wand und damit bessere Einheilung.
- k) Weitgehende Gewebeverträglichkeit.
- l) Beibehaltung des strukturellen Aufbaus, besonders auch der Intima.
- m) Große Thromboseresistenz.
- n) Keine Aneurysmenbildung oder Wandhyperplasie.

In der Gefäßchirurgie finden die Umbilikalvenen Anwendung als:

- 1) Segmentweiser Ersatz von Blutgefäßen.
- 2) Arterieller Bypass.
- 3) Shunt oder Patch-Graft bei Endarteriektomie.

IV. ERGEBNISSE

4.1. GORE-TEX-PROTHESE

4.1.1. Statistik

In den Jahren 1975 bis (Juni) 1979 wurden in der Universitätsklinik Erlangen 743 Bypässe mit der PTFE-Prothese durchgeführt. Es waren 87 % Männer und 13 % Frauen.

4.1.1.1 Altersverteilung

Die Altersverteilung gestaltet sich folgendermaßen:

20 - 29 Jahre	1 %
30 - 39 Jahre	2 %
40 - 49 Jahre	9 %
50 - 59 Jahre	29 %
60 - 69 Jahre	34 %
70 - 79 Jahre	23 %
80 - 89 Jahre	2 %
	100 %

Das Durchschnittsalter betrug 61,82 Jahre.

Präoperativ zeigten die Patienten nach der Einteilung von Fontaine - Ratschow folgende Symptome:

Stadium II 33 %

Stadium III 33 %

Stadium IV 34 %

4.1.1.2 *Abflussverhältnisse*

Der Abfluß (run-off) konnte prä- oder intraoperativ in Angiogrammen nachgewiesen werden:

0 - 1 Gefäße 31 %

2 Gefäße 41 %

3 Gefäße 28 %

4.1.1.3 *Krankheiten*

23 % hatten Diabetes, keiner akutes Nierenversagen, keiner eine chronische Niereninsuffizienz.

Nachfolgende Tabellen geben einen Überblick über die Lokalisation, die Anzahl, Durchgängigkeit und die durchschnittliche und maximale Nachbeobachtungszeit.

4.1.1.4 Tabellarische Aufstellung

Tabelle I

Gruppe I: Operationen oberhalb des Knies					Beobachtungszeit (Mon.) durchschn.	maximal
Operationstyp	Anzahl der Implantate	Durchgängig n	%			
Fem.-pop.	150	121	81		19,0	41
Ileo-fem.	81	80	99		13,0	33
Fem.-fem.	5	3	60		13,4	21
Aorta-fem.	148	144	97		12,8	40
Axill.-fem.	2	1	50		11,0	13
Aorto.-iliac.	2	2	100		2,0	2
Fem.-profunda	1	1	100		26,0	26
Iliac.-fem.	1	0	0		7,0	7
Total	390	352	90		15,2	41

Tabelle II

Gruppe II: Operationen über dem Knie				
Operationstyp	Anzahl der Implantate	Durchgängig n	Durchschn. %	Beobachtungszeit (Mon.) maximal
Fem.-dist.-pop.	113	70	62	18,7 45
Fem.-ant.-tib.	5	4	80	12,8 18
Fem.-post.-tib.	20	12	60	14,9 33
Fem.-peroneal	6	3	50	15,3 30
Total	144	89	62	17,8 45

Tabelle III

Gruppe III: Cross-over-Operationen an den unteren Extremitäten

Operationstyp	Anzahl der Implantate	Durchgängig n	%	Beobachtungszeit durchschn.	Beobachtungszeit (Mon.) maximal
Fem.-fem.	69	65	94	21,8	42
Iliac.-pop.	1	1	100	9,0	9
Total	70	66	97	21,6	42

Gruppe IV: Operationen mit Core-Tex-Patches

Operationstyp	Anzahl der Implantate	Durchgängig n	%	Beobachtungszeit durchschn.	Beobachtungszeit (Mon.) maximal
Karotid.	9	9	100	34,8	41
Total	9	9	100	34,8	41

Tabelle IV

Gruppe V: Andere Bypass-Operationen

Operationstyp	Anzahl der Implantate	Durchgängig n	Durchgängig %	Beobachtungszeit (Mon.) durchschn.	max.
Renalart.	7	7	100	31,6	41
Karot.-karot.	3	3	100	26,3	40
Axill.-axill.	1	1	100	30,0	30
Karot.-subclav.	33	33	100	20,5	43
Axill.-subclav.	1	1	100	30,5	30
Aorto-karot.	6	6	100	20,2	32
Subclav.-subclav.	1	1	100	7,0	7
Aorto-renal	10	10	100	8,5	28
Subclav.-brach.	1	1	100	19,0	19
Total	63	63	100	20,2	43

4.1.2. Aufarbeitung

4.1.2.1 *Aortenbogen und Truncus brachiocephalus*

Die Ergebnisse im Bereich des Aortenbogens und seiner Äste sind glänzend. Bei einem maximalen Nachbeobachtungszeitraum von 32 bzw. 40 Monaten fand man eine Patency von 100 %. Auch alle 33 carotido-subclavialen Bypässe waren nach 43 Monaten durchgängig.

4.1.2.2 *Nierenarterien*

Eine ebenso hohe Patency konnte nach Transplantatinterposition oder nach Bypass an der Arteria renalis erzielt werden. Alle 17 Implantate blieben über die gesamte Beobachtungszeit von 41 Monaten durchgängig. Dabei wurden bei diesem Operationstyp die Bypässe immer sehr kurz und straff gehalten, um ein im Stehen mögliches Abknicken zu verhindern (s. o.).

4.1.2.3 *Aorto-femorale Etage*

Von den 148 aorto-femoralen Bypässen blieben 144 durchgängig (97 % Patency). Die Beobachtungszeit betrug dabei maximal 45 Monate (im Durchschnitt 12,8 Monate). Anhand des prä- bzw. postoperativen Angiogramms konnte man einen 3-vessel run-off in 41 % nachweisen, bei 31 % war nur eine Unterschenkelarterie zu sehen.

In femoro-femoraler Position lagen die Ergebnisse ähnlich günstig. Obwohl diese Gruppe auch Rekonstruktionen nach Rezidivverschlüssen von Bifurkationsprothesen beinhaltet, liegt die Offenrate bei 94 %.

4.1.2.4 Femoro-popliteale/crurale Etage

Oberhalb des Kniegelenkes wurden bisher 150 Operationen durchgeführt. Dabei waren nach maximal 41 Monaten 81 % durchgängig. Zu erwähnen wäre noch, daß auch bei oft schlechtem Abstrom die Rekonstruktion offen blieb. Über die volle Länge in femoro-poplitealer/cruraler Position wurde eine Rekonstruktion mit der PTFE-Prothese immer dann durchgeführt, wenn ein autologes Transplantat nicht zur Verfügung stand. Die Transplantate auf das Segment III der Arteria poplitea waren nach maximal 45 Monaten noch zu 62 % durchgängig. Bei den cruralen Bypässen waren in fibularer Position 50 %, in posteriorer 60 % und in anteriorer 80 % durchgängig (s. Abb. 9, 10).

Damit konnte bei Operationen unterhalb des Kniegelenkes in 62 % der Fälle mit einer Funktionstüchtigkeit bei maximal 45 Monaten nach Beobachtungszeit gerechnet werden. Sofern man noch ein mindestens 4 mm Saphena-Segment finden konnte, wurde besonders bei gelenküberbrückenden Rekonstruktionen ein Prothesen-Venen-Kombinations-Bypass nach Linton (s.o.) angestrebt.

REKONSTRUKTIONEN MIT GORE-TEX

Distale Anastomose

Nachbeobachtungszeit (Mt.)

	n	offen	%	durchschnittlich	maximale
A.poplitea I / II	150	121	81	19,0	41
A.poplitea III	113	70	62	18,7	45
A.tibialis ant.	5	4	80	12,8	18
A.tibialis posteri.	20	12	60	14,9	33
A.fibularis	6	3	50	15,3	30
Gesamt	294	210			

Abb. 9

LIFE TABLE ANALYSIS

CUMULATIVE PATENCY RATES (Exclusively Gore-Tex PTFE Grafts)

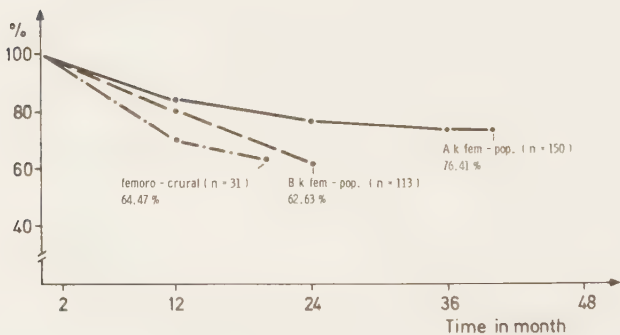


Abb. 10

Von 67 Composite-Grafts blieben bei maximal 19 Monaten (im Durchschnitt 9,3 Monate) noch 62 durchgängig, was einer Patency von 93 % entsprach (Abb. 11).

COMPOSITE GRAFT

Distale Anastomose	n	offen	%	Nachbeobachtungszeit (Mt.)	
				Ø	maximal
A. poplitea III	35	35	100	7,4	19
A. fibularis ant.	9	9	100	9,2	19
A. fibularis post.	18	13	72	11,9	18
A. fibularis	5	5	100	13,0	16
Gesamt	67	62	93	9,3	19

Abb. 11

4.2. UMBILIKALVENE NACH DARDIK

4.2.1. Statistik siehe Abb.

Bis heute wurden 56 Rekonstruktionen mit der Umbilikalvene nach Dardik vorgenommen.

4.2.2. Operationsindikation

Die Indikation zur Operation war:

- a) Claudicatio intermittens (Stadium II) 17 %
- b) Ruheischämieschmerz (Stadium III) 48 %
- c) Gangrän (Stadium IV) 34 % (Abb. 12)

Das Durchschnittsalter betrug 62,2 Jahre, 23,1% der Patienten hatten Diabetes.

SEVERITY OF ISCHEMIA

	n	%
CLAUDICATION (Stage II)	10	17.8
REST PAIN (Stage III)	27	48.2
FRANK GANGRENE (Stage IV)	19	34.0
TOTAL	56	100 %

Abb. 12

4.2.3. Abflußverhältnisse

Angiographisch konnte ein Abstrom in

a) 3 Gefäßen bei 8,9 %,

b) 2 Gefäßen bei 23,2 %,

c) 0-1 Gefäß bei 67,9 %

nachgewiesen werden (s. Abb. 13).

ANGIOGRAPHIC RUN - OFF

	n	%
3 VESSEL	5	8.9
2 VESSEL	13	23.2
0 - 1 VESSEL	38	67.9
TOTAL	56	100 %

Abb. 13 : Angiographische Abflußverhältnisse der Dardiksen
Gefäßprothesen

Auf die proximale Arteria poplitea wurde in 8 Fällen eine Anastomose gemacht. Alle Implantate waren durchgängig. Auf die distale Arteria poplitea anastomosierte man in 18 Fällen (3 Versager), bei der Arteria tibialis posterior in 19 Fällen

(4 verschlossen), bei der Arteria tibialis anterior in 4 Fällen (1 verschlossen) und im cruralen Abschnitt in 7 Fällen (2 verschlossen).

Insgesamt waren von den 56 Arterien-Bypässen 10 Rekonstruktionen verschlossen, was einer Patency von 82,14 % entspricht (Abb. 14).

REKONSTRUKTIONEN MIT DARDIK - BIOGRAFT

Distale Anastomose	Reverschluß		
	n	n	%
A.poplitea I	8	-	-
A. poplitea III	18	3	
A. tibialis ant .	4	1	
A. tibialis post.	19	4	
A. fibularis	7	2	
Gesamt	56	10	17,8 %

Abb. 14 : Prothesenverschlüsse nach Lokalisation

Die kumulative Offenrate betrug nach 25 Monaten 70,9 % (Abb. 15).

LIFE TABLE ANALYSIS

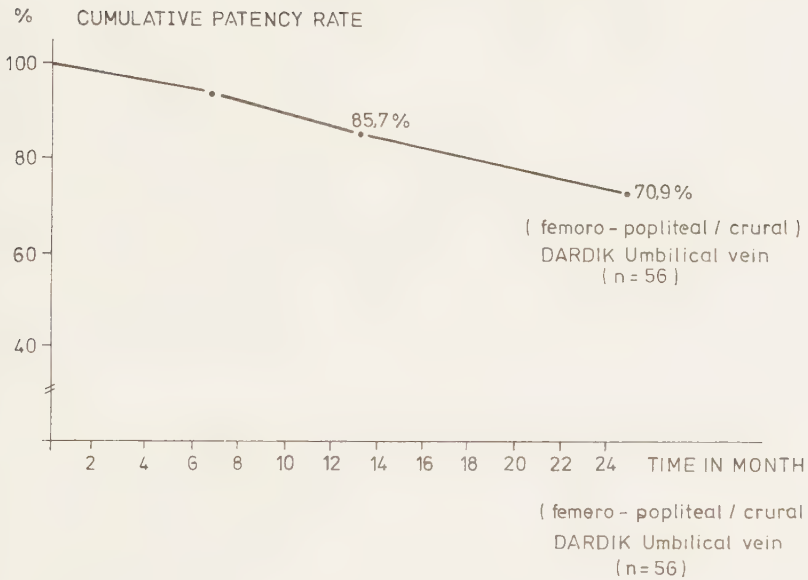


Abb. 15

Wegen des Kalibersprunges wurden die Patienten sowohl bei Rekonstruktionen mit der Gore-Tex-Prothese als auch bei solchen mit der Umbilikalvene systemisch heparinisiert, sofern keine Kontraindikation bestand. Ansonsten wurden Thrombocytenaggregationshemmer verwandt.

V. DISKUSSION

5.1. GORE-TEX-PROTHESE

Anhand unserer dargelegten Ergebnisse kann man sagen, daß sich die Gore-Tex-Prothese in der supra-aortalen sowie in der renalen und aorto-femoralen Gefäßetage vollkommen bewährt hat. Die Ergebnisse sind in unserem Erlanger Krankengut statistisch gesehen signifikant besser als die in der internationalen Literatur angegebenen Werte für die Dacron-Prothese.

Mit einer Patency von nahezu 100 % kann dieses Material heute für den routinemäßigen Einsatz zur Gefäßrekonstruktion in dieser Position empfohlen werden.

In femoro-poplitealer Position oberhalb des Kniegelenkes kann man noch nach 3 Jahren mit einer hohen Funktionstüchtigkeit rechnen.

Nach der Life-table-Methode können wir nach 39 Monaten eine Patency von 76,41 % erwarten. Unterhalb des Kniegelenkes sind nach 2 Jahren noch 62,63 % der Transplantate funktionstüchtig. Nach 45 Monaten läßt sich eine Patency von immerhin noch 40,5 % erwarten.

In femoro-cruraler Position erhält man eine Offenrate nach 20 Monaten von 64,47%, nach fast 3 Jahren von 44,21%. Analysiert man diese Ergebnisse nach dem präoperativen Stadium, so besteht ein signifikanter Unterschied nur zwischen den sogenannten Limb-salvage-Operationen und der Gruppe der Claudicatio-intermittens-Patienten.

Kein statistisch signifikanter Unterschied ist zwischen den geraden und den sich verjüngenden Prothesen erkennbar. Die Rezidivquote pro Monat beträgt für die Geradeprothese 0,01396 % und für die sich verjüngende 0,02643 %. Jedoch ist die Anzahl der vergleichbaren Transplantate hier zu gering, als daß eine endgültige Aussage gemacht werden könnte.

Es besteht jedoch ein Unterschied in der Altersgruppe zwischen 40 und 59 Jahren bezüglich der Durchgängigkeit gegenüber den Altersgruppen von 60 und mehr Jahren. In der Altersgruppe von 40-59 Jahren beträgt die Durchgängigkeit 61 %, in der von 60 bis 69 Jahren 77 % und in der von mehr als 70 Jahren 73 %. Bei jüngeren Patienten scheint also die Langzeitprognose ungünstiger zu sein als bei älteren.

Die Überlebenskurve zeigt bei einer Standardabweichung von max. 2,91 % nach 45 Monaten eine Überlebensrate von 75,92 % und liegt damit erheblich über dem von der Literatur angegebenen Wert.

5.1.1. Spezifische Komplikationen

Trotz der hohen Offenrate wohnen dem alloplastischen Gefäßersatz spezifische Komplikationen inne, die mit der Implantation von Fremdmaterial im Organismus in Verbindung zu bringen sind.

5.1.1.1 *Infektion*

Infiziert sich ein Implantat, muß es möglichst rasch entfernt werden. Man unterscheidet den Fröhinfekt (bis zu 4 Wochen nach der Operation) von der Spätinfektion, die meist hämatogen erfolgt. Die Letalität bei Protheseninfektion ist hoch. Nach sofortiger Entfernung des Transplantates folgt in vielen Fällen die Amputation. Nur ausnahmsweise können extraanatomische Umleitungen in nicht infiziertes Gebiet die Lebensfähigkeit der entsprechenden Extremität erhalten, bis die Infektion abgeklungen ist und unter günstigen Verhältnissen eine Rückverlegung in das orthotope Gefäßbett erfolgen kann.

5.1.1.2 *Aneurysma*

Das Anastomosenaneurysma ist in gleicher Weise für den alloplastischen Gefäßersatz spezifisch. Meist führen Nahtrisse zu Blutungen. Die Ursachen dafür sind mannigfaltig: Wundinfektion, Ausriß schwacher Arterienwandteile (Durchschneiden der Naht am Gefäß, insbesondere nach lokaler Desobliteration von Plaques an der Anastomosenstelle), Ausfransen

des Prothesenrandes, wenn bei der Naht zu wenig Prothesenmaterial gefaßt wurde, Fraktur von ungeeignetem Nahtmaterial, Prothesenruptur bei Brüchigwerden des gestrickten Prothesenmaterials.

Der Verlauf ist folgender: Zunächst bilden sich pulsierende Hämatome („falsche Aneurysmen“) aus, die sofort operiert werden müssen. Werden die Hämatome größer, nimmt die Spannung der Haut in diesem Gebiet zu, und es kommt zu Nekrosen, die leicht nach operativer Revision der Nahtstelle durch Infektion zur Gangrän werden können. Auch aus diesen Gründen muß häufig die gesamte Anastomose reseziert und die Gefäßkontinuität durch ein kleines weiteres Protheseninterponat zu einem weiter distal liegenden, stabileren Prothesenabschnitt wiederhergestellt werden. Die Häufigkeit solcher Nahtausrisse liegt bei 5 - 10 %.

5.1.2. Nachbehandlung

Eine Antikoagulierung wird heute wegen fehlender eindeutiger Beweise für einen Erfolg nur mehr bei ganz speziellen Indikationen empfohlen. Solche sind etwa schlechter Run-off bei Unterschenkelarterienverschlüssen: Eine Therapie mit Thrombozytenaggregationshemmern wird als ausreichend angesehen.

5.2. DARDIKSCHE UMBILIKALVENE

Bei der Dardiksen Umbilikalvene zeigt sich nach 2 Jahren eine Patency von 70,9 % bzw. nach 14 Monaten eine solche von 85,7 % in femoro-poplitealer/cruraler Position. Wenn man dabei berücksichtigt, daß diese Fälle besonders oft voroperiert waren und eine besonders hohe Rate mit schlechten Abflußverhältnissen aufweisen, ist unser ermittelter Wert im internationalen Vergleich ein hervorragendes Ergebnis.

Die bei anderen Prothesenmaterialien auftretenden Nachteile, wie z.B. das Abknicken bei gelenküberbrückenden Operationen, sind hier nicht festzustellen.

Aus diesem Grund versucht man bei der Verwendung der Gore-Tex-Prothese einen sogenannten composite graft nach Linton zu rekonstruieren, obwohl in Funktionsangiogrammen eine Abknickung der PTFE-Prothese in gelenknaher Position nicht nachgewiesen werden konnte.

Ogleich in eine Reihe von Graft-Materialien, wie in die heterologe Kollagenprothese, große Hoffnungen gesetzt wurden - diese ist leicht zu beschaffen und gewährleistet eine kurze Operationszeit -, konnten die Erwartungen nicht erfüllt werden. Man sah Antigenreaktionen und nach längerer Implantationsdauer Aneurysmbildung, Thrombosen und Infektionen. Histologisch fiel

eine starke Verkalkung auf. Da der Abbau des Kollagens anscheinend schneller vor sich geht als der Aufbau eines körpereigenen Ersatzschlauches, wird der Kollagenschlauch immer dünner.

Über lange Zeit erfreute sich das synthetische Material großer Beliebtheit, da die technischen Voraussetzungen der Herstellung und Beschaffung dieser Materialien gegeben waren. Beim Ersatz kleinlumiger Arterien eignete es sich, wie oben beschrieben, nicht. In vielen Fällen erwies sich die Überbrückung des Kniegelenkes mit seiner großen Beugefähigkeit als sehr schwierig, da bei Abknickung die Gefahr einer Transplantat-Thrombose sehr groß war.

Die Transplantat-spezifischen Komplikationen wie Anastomosenaneurysma und Infektion waren relativ hoch. Allein die neuerdings verwendete Gore-Tex-Prothese scheint den an sie gestellten Forderungen weitgehend zu entsprechen.

Von verschiedenen Autoren wurde über viele Jahre hin die Forderung aufgestellt, die Ergebnisse von Versuchen mit neuen Materialien und neuen Methoden sollten an denen der Vena saphena magna gemessen und verglichen werden. Entscheidend für den Erfolg und den routinemäßigen Einsatz ist jedoch die long-term-Patency, die naturgemäß von keinem der neuentwickelten Materialien in gleichem Maße gemessen werden kann wie die der Vena

saphena magna. Die hier aufgezeigten Ergebnisse scheinen jedoch auch als Spätergebnisse denen der Vena saphena nicht nachzustehen. Die Kurzzeitergebnisse und die frühen Langzeitergebnisse sowohl bei der Gore-Tex-Prothese als auch bei der Dardik'schen Umbilikalvene sind vielversprechend und lassen auf gute Langzeitergebnisse hoffen. Besonders für die crurale Rekonstruktion, die bisher aus anatomischen Gründen immer die schlechteste Prognose hatte, scheint sich der Ersatz mittels der Dardik'schen Umbilikalvene anzubieten.

Um eine abschließende Beurteilung dieser beiden Prothesenmaterialien mit Sicherheit abgeben zu können, bedarf es sicherlich noch einiger Jahre der Nachbeobachtung. Nur die Langzeitergebnisse werden eines Tages zeigen, ob die jetzt erfolgversprechenden Ergebnisse für die nächste absehbare Zeit und für die vielen Patienten, die darauf hoffen, den Erfolg bringen, den sie uns jetzt versprechen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1975 bis (Juni) 1979 wurden an der Universität Erlangen 743 Bypässe mit der Gore-Tex-Prothese implantiert. Die Implantate oberhalb des Knies waren in 90 % bei einer maximalen Beobachtungszeit von 41 Monaten durchgängig. Bei Operationen über dem Kniegelenk mit distaler Anastomose wurde bei 144 Transplantaten nach einer maximalen Beobachtungszeit von 45 Monaten eine Patency von 62 % erreicht. Operationen an den großen Gefäßen wie Carotis, Arteria renalis, axillaris, subclavia und brachialis hatten eine Patency von 100 % bei einer maximalen Nachbeobachtungszeit von 43 Monaten.

In den Jahren 1977 bis (Juni) 1979 wurden 56 Dardikische Umbilikalvenen implantiert. Bei Anastomosen auf die proximale Arteria poplitea war eine Offenrate von 100 % zu verzeichnen, im cruralen Abschnitt betrug sie 71,42 %. Mit der Offenrate von 82,14 % bei einer Nachbeobachtungszeit von 28 Monaten sind die Ergebnisse durchaus vergleichbar mit denen des Ersatzes durch die Vena saphena magna.

In dieser Arbeit wurden die historische Entwicklung von Gefäßprothesen und die Anwendung in der modernen rekonstruktiven Gefäßchirurgie dargestellt. In der Literatur angegebene Operationstechniken wurden mit den in Erlangen durchgeführten ver-

glichen. Die in jüngster Zeit entwickelten neuen Verfahren mit der PTFE-Prothese und der Dardik'schen Umbilikalvene wurden herausgestellt und miteinander verglichen. Wie die Ergebnisse zeigten, haben nach dem heutigen Stand der Erkenntnis beide Operationsverfahren ihre Berechtigung und können, wenn sie ihre Erfolge fortsetzen, andere Transplantatmaterialien vielleicht noch mehr in den Hintergrund drängen. Weiterhin müssen jedoch die Ergebnisse dieser neuen Materialien an denen der Vena saphena magna gemessen werden, da diese Ergebnisse aufgrund der großen Operationsfrequenz und der langen Implantationsdauer noch von keinem anderen Transplantatmaterial erreicht worden sind.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Akers C., Perlmutter S., Bauer R., Dardik H., Dardik I.,
Wodka M.:
Surface properties of the inner walls of isolated human veins,
Am. Chemical Soc., New York, 7.4.76
- 2) Amgwerd R.: Arterienersatz durch heterologe Rinderkarotis.
In: Heberer G.:
Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie,
perimed Verlag Dr. Straube, Erlangen, 1979
- 3) Saier R.E., Abbott W.M.: Comparative biophysical properties
of the flow surfaces of contemporary vascular grafts.
In: Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery,
Medical Books, Miami 1978
- 4) Becker H.M., Stelter W.:
Alloplastischer Gefäßersatz an den Arterien
der unteren Extremitäten.
Dtsch. Ärzteblatt 37/77 (S.2221)
- 5) Brails M., Bertranou E., Brassard A., Stanley P., Chartrand C.:
Effects of Dextran on Patency of Pericardial Tubular Graft
of the Superior Vena Cava in the Dog.
Thorac. Cardiovasc. Surg. 65: 296, 1973
- 6) Campbell C.D., Brooks D.H., Webster M.W., Bahnson H.:
The use of expanded microporous polytetrafluorethylene
for limb salvage. A preliminary report.
Surgery 79 485: 1976
- 7) Campbell C.D., Goldfarb D., Roe R.:
A small arterial substitute: Expanded microporous polytetra-
fluorethylene: Patency versus porosity.
Ann. Surg. 182: 138, 1975

- 8) Campbell C.D., Goldfarb G., Detton D.D., Roe R.,
Goldsmith K., Diethrich E.B.:
Expanded polytetrafluoroethylene as a small artery substitute.
Trans. Soc. Artif. Intern. Organe 20: 86, 1974
- 9) Campbell C.D., Goldfarb G., Roe R.:
A small arterial substitute:
Expanded microporous polytetrafluoroethylene:
Patency versus porosity.
Ann. Surg. 182: 138, 1975
- 10) Collins H.A., Burrus G., De Bakey M.E.:
Experimental evaluation of grafts
in the canine inferior vena cava.
Am. J. Surg. 99: 40, 1960
- 11) Corovic D., Kaese J.H., Kirchhoff P.G.:
Dacronvelour-prosthesis, an alternative for venous bypass
in the femoro-popliteal region.
Fortschr. Med. (München) 92: 787, 1974
- 12) Corovic D., Kirchhoff P.G., Sinapius D.:
Dacronvelour-prosthesis:
Problems of implantation in the femoro-popliteal area.
Angiographic and histologic results.
Thoraxchirurgie 22: 512, 1974
- 13) Dardik I., Dardik H.:
Vascular heterograft: Human umbilical cord veins
as an aortic substitute in baboon.
A preliminary report.
J. med. Primatology 2: 296, 301, 1973
- 14) Dardik I., Dardik H.:
The fate of human umbilical cord vessels
used as interposition arterial grafts in the baboon.
Surg. Gynecol. Obstet. 140: 567-571, 1975

- 15) Dardik H., Dardik I.:
Successful arterial substitute
with the modified human umbilical vein.
Ann. Surg. 183: 252 - 258, 1976
- 16) Dardik H., Ibrahim I., Dardik I.:
Arteriovenous fistulas with modified human vein grafts.
Arch. Surg. 111: 60 - 62, 1962
- 17) Dardik H., Ibrahim I., Spayregen S., Dardik I.:
Clinical experience with modified human umbilical cord vein
for arterial bypass.
Surgery 79, 618, 1976
- 18) Dardik I., Ibrahim I., Dardik H.:
Femoral popliteal bypass
employing modified human umbilical cord vein:
An assessment of early clinical results.
Cardiovasc. Dis. Bull. 3: 314, 1976
- 19) Dardik H., Ibrahim I., Dardik I.:
Evaluation of glutaraldehyde-tanned human umbilical cord vein
as a vascular prosthesis for bypass
to the popliteal, tibial and peroneal arteries.
Surg. 83: 577 - 588, 1978
- 20) De Bakey M.E., Noon G.P., Daniell M.B., et al.:
Dacron velour vascular prosthesis,
analysis of 425 femoral popliteal bypass grafts.
Presented at Internat. Cardiovasc. Society, Barcelona,
Sept. 22 - 29, 1973
- 21) Dettinger B.G., Bowers W.F.:
Tissue response to orlon and dacron sutures.
Surgery 42: 325, 1957

- 22) De Weese J.A.:
Complications of arterial reconstruction
distal to the inguinal ligament. In:
Beebe H.G.: Complications in Vascular Surgery.
Philadelphia: J.P. Lippincott, 1973
- 23) De Weese J.A., Rob Ch.G.:
Autogenous venous grafts ten years later.
Surg. 82, 775, 1977
- 24) Dormandy I.A., Goetz R.H.:
Electrically charged wire as a suture material
for the anastomosis of artery.
Surg. Forum 17: 144, 1966
- 25) Dos Santos R.A., Lames A.C., Daldas I.P.:
Arteriographie des membres et de l'aorte abdominale.
Masson & Cie., Paris, 1931
- 26) Dos Santos R.A.:
Sur la desobstruction des thromboses arterielles anciennes.
Mem. Acad. Chir. 73: 409, 1947
- 27) Edwards W.H., Wright R.S.:
Tibial and peroneal bypass
in severe occlusive disease of the lower extremities.
Ann. Surg. 183: 710, 1976
- 28) Egdahl R.H., Hume D.M., Schland H.A.:
Plastic venous prothese.
Surg. Forum 5: 235, 1955
- 29) Eugene J., Goldstone J., Moore W.E.:
Fifteen years experience with subcutaneous bypass grafts
for lower extremity ischemia.
Ann. Surg. 186: 177, 1977

- 30) Fujiwara Y., Cohn L.H., Adams D., Collins J.J.:
Use of Gore-tex grafts
for replacement of the superior and inferior venae cavae.
J.Thor.Cardiovasc.
Surg. 67, 774 - 779, 1974
- 31) Goyanes J.:
Nuevos trabajos de cirugía vascular:
Substitución plastica de los arterias por los venas
o arterioplastica venosa, aplicado, comonauvo metodo,
al tratamiento de los aneurismos.
El Siglo Med. 53: 561, 1906
- 32) Hamann H., Vollmar J.:
Expanded PTFE-Gefäßprothesen -
ein neuer Weg des Arterien- und Venenersatzes?
Chirurg 50, 249, 1979
- 33) Harrison J.H., Davalos P.A.:
Influence of porosity on synthetic grafts.
Arch. Surg. 82: 8, 1961
- 34) Heberer G.:
Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie.
perimed Verlag Dr. Straube, Erlangen, 1979
- 35) Heberer G., Rau G., Löhr H.H.:
Aorta und große Arterien.
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1966
- 36) Jeger E.:
Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens.
Hirschwald, Berlin, 1915.
Reprint: Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
1973

- 37) Kemkes B.M., Reichard B., Loose D.A., Borchard F., Lenz W.:
Klinische Erfahrungen
mit modifizierten homologen Nabelschnurvenen
als Gefäßprothesen zur AV-Fistel.
Vortrag, Jahrestagung Angiol. Gesellschaft BRD, Schweiz,
Österreich, 20.- 23. 9. 77 Wien.
- 38) Kulin J.,
Le traitement de l'artérite oblitérante par la greffe veineuse.
Arch. Mal. Coor 42: 371, 1949
- 39) Leriche R., Fontaine R.:
Einige Bemerkungen über 1199 Operationen am Sympathikus.
Langenb. Arch. klin. Chir. 186: 338, 1936
- 40) Linton R.R., Wirthlin L.S.:
Femoropopliteal composite dacron and autogenous vein
bypass grafts.
Arch. Surg. 107: 148, 1973
- 41) LoGerfo F.W., Corson J.D., Mannick J.A.:
Improved results with femoropopliteal vein grafts
for limb salvage.
Arch. Surg. 112: 567. 1977
- 42) Malpas P., Symonds E.M.:
Arterial and venous pressures in the human umbilical cord.
Am. J. Obstet. Gynecol. 98: 261, 1967
- 43) Margolis A.J., Orcutt R.E.:
Pressures in human umbilical vessels in utero.
Am. J. Obstet. Gynecol. 80: 573, 1960
- 44) Matella S.P., Fogarty J.R.:
Antigenicity of vascular heterografts.
Surg. Res. 15: 81, 1973

- 45) Matsumoto H., Nasegawa T., Fuse K., Yamamoto M., Sangusa M.:
A new vascular prosthesis for a small caliber artery.
Surgery 74, 519, 1973
- 46) Matsumoto H., Fuse K., Yamamoto M., Hasegawa T., Sangusa M.,
Uei I.:
Studies on the Porous Polytetrafluoroethylene
as the Vascular Prosthesis. (Jap.)
Jinkozoki 1: 44, 1972
- 47) Matsumoto T., Holmes R.H., Burdick C.D., Heisterkamp C.A.,
O'Connell T.J.:
Replacement of Large Veins
with Free Inverted Segments of Small Bowel:
Autografts of Submucosal Membrane in Dogs and Clinical Use.
Ann. Surg. 164: 845, 1966
- 48) May R.: Der erste Bypass.
Act. Chir. 5: 385, 1970
- 49) Ochsner J.L.: Allogenic vein. In:
Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery.
Medical Books, Miami, 1978
- 50) Parsonnet V., Tiro A.C., Brief D.K., Alpert J., Brenner B.J.:
The fibrocollagenous tube as a small arterial prosthesis.
In: Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery.
Medical Books, Miami, 1978
- 51) Phelan I.T., Young W.P., Cale J.W.:
The effect of suture material on small artery anastomosis.
Gynec. Obstet. 107, 79, 1958
- 52) Raithel D.: PTFE-Grafts and Umbilical veins -
two alternatives in peripheral arterial reconstructive surgery?
In: Paper presented at the II. Congress
of the M. DeBakey International Cardiovascular Society
in Houston, 1978

- 53) Raithel D.:
Experience with Graft materials in Germany. In:
Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery.
Medical Books, Miami, 1978
- 54) Raithel D.: Frühergebnisse
bei Verschußkrankheiten der unteren Extremitäten. In:
Heberer G.: Aktuelle Fragen der rekonstruktiven Gefäßchirurgie.
perimed-Verlag Dr. Straube, Erlangen, 1979
- 55) Reichle F.A.:
Criteria for evaluation of new arterial Prostheses
by comparing vein with Dacron Femoro-popliteal bypasses.
Surg. Gynec. Obstet. 146, 714, 1978
- 56) Sandritter W.: Makropathologie.
Schattauer Verlag, Stuttgart, 1974
- 57) Sandritter W.: Histopathologie.
Schattauer Verlag, Stuttgart, 1974
- 58) Reichle F.A., Ryson R., Robert :
Comparison of long terms results
of 364 femoropopliteal or femorotibial bypasses
for revascularization of severely ischemic lower extremities.
Ann. Surg. 182, 449, 1975
- 59) Sauvage L., et al.: Dacron arterial prosthesis. In:
Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery.
Medical Books, Miami, 1978
- 60) Sauvage L., Berger K., Wood S.J., et al.:
A very thin, porous, knitted arterial prosthesis:
Experimental data and early clinical assessment.
Surgery 65: 78, 1969

- 61) Sawyer P.N., Wu K.T., Wesolowski S.A., Brattain W.H.,
Boddy D.I., Hill N.:
Long term patency of solid wall vascular prosthesis.
Arch. Surg. 91: 735, 1965
- 62) Schulze-Bergmann S.:
Erfahrungen mit der homologen Vene
als Arterienersatz im femoro-poplitealen Bereich.
In: Denck, H.: Österreich.Gesellsch.f.Gefäßchirurgie, 1976
- 63) Shumacker H.B. Jr., Lowenberg R.I.:
Experimental studies in vascular repair.
Surgery 24: 79, 1948
- 64) Sharp W.V., Gardner D.L., Andresen G.J.:
A bioelectric polyurethane elastomere
for intravascular replacement.
Trans. Am. Soc. Artif. Int. Organs 12: 179, 1966
- 65) Sharp W.V., Teague P.C.:
Pyrolytic Carbon-coated grafts. In:
Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery.
Medical Books, Miami, 1978
- 66) Smith D.E., Hammon J., Anano-Sefah J., Richardson R.S.,
Trimble C.: Segmental venous replacement.
J. thorac. cardiovasc. Surgery 69, 589, 1975
- 67) Soyer T., Lempinen M., Cooper F., Norton L., Eiseman D.:
A new venous prosthesis.
Surgery 72: 864, 1972
- 68) Stephen M., Loewenthal M.S., Miles-Little J., May J.,
Ross-Shell A.G.:
Autogenous veins and velour Dacron
in femoropopliteal arterial bypass.
Surgery 81, 314, 1977

- 69) Stoney R.J., James D.R., Wylie E.S.:
Surgery for femoropopliteal atherosclerosis.
Arch. Surg. 103: 548, 1971
- 70) Szilagyi D.P., Elliot J.P., Haegeman J.H., a.o.:
Biologic fate of autogenous vein implants
as arterial substitutes.
Ann. Surg. 178: 232, 1973
- 71) Szilagyi D.E., Smith R.F., Elliot J.P., a.o.:
Long-term behavior of a Dacron arterial substitute.
Ann. Surg. 162: 453, 1965
- 72) Trimble C., Bernstein E.F., Pomerantz M., Eiseman B.:
A Prosthetic Bridging Device
to Relieve Iliac Venous Compression.
Surg. Forum 23: 249, 1972
- 73) Vanttinen E.:
Postoperative Changes
In Bypass Vein Grafts and Collateral Arteries
After Femoropopliteal Arterial Reconstructive Surgery.
Acta chir. scand. 141: 731-738, 1975
- 74) Veith F.J., Moss C.M., Fells S.C., Rhodes B.A.,
Somberg E., Weis P., Boley S.J., Haimovici H.:
Expanded Polytetrafluoroethylene grafts
in reconstructive arterial surgery.
JAMA 17, 1867, 1978
- 75) Veith F.J., et al.:
Early results with expanded polytetrafluoroethylene grafts
in arterial reconstructions for limb salvage. In:
Dardik H.: Graft Materials in Vascular Surgery.
Medical Books, Miami, 1978

- 76) Volder I.G.R., Kolff W.J.:
Induced growth of connective tissue
in cardiovascular prosthesis.
Trans. Am. Soc. Artif. Int. Organs, in press
- 77) Vollmar J., Loeprech H., Ditschuneit H., Belohlavek D.:
Der meso-cavale Shunt - Standardoperationen der Zukunft?
Chirurg 49: 414, 1978
- 78) Wesolowski S.A.:
Evaluation of tissue and prosthetic vascular grafts.
Charles C. Thomas Publ., Springfield Ill., 1962
- 79) Wesolowski S.A.:
The healing of vascular prostheses.
Surgery 57: 319, 1965
- 80) Wesolowski S.A., Fries C.C., Domingo R.T., Fox L.M.,
Sawyer P.N.:
The fate of simple and compound arterial prostheses:
Experimental and human observations. In:
Wesolowski S.A., Dennis C., editors:
Fundamentals of vascular grafting, pp. 252 - 268.
McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1963
- 81) Wesolowski S.A., Fries C.C., Domingo R.T., Liebig W.J.,
Sawyer P.N.:
The compound prosthetic vascular graft:
Pathologic survey and specifications.
Surgery 53, 19, 1963
- 82) Wesolowski S.A., Fries C.C., Karlson K.E., DeBakey M.E.,
Sawyer P.N.:
Porosity primary determinant of ultimate fate
of synthetic vascular grafts.
Surgery 50, 91, 105, 1961

83) Wieck, Hans Heinrich:

Zerebrale und periphere Durchblutungsstörungen.

Aesopus Verlag, Stuttgart, 1974

84) ZollingerP.: Allgemeine Pathologie.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1977

LEBENS LAUF

Personalien:

Günther Strobl, geb. 10. Juni in München

Eltern: Erich Strobl, Regierungsrat, Irmgard Strobl, geb. Pavel
Staatsangehörigkeit deutsch

Verheiratet mit Anneliese Strobl, geb. Ruzicka

Ausbildung:

1955 - 1960 Volksschule in München

1960 - 1969 humanistisches Musikgymnasium
der Regensburger Domspatzen

1969 Abitur

WS 1969 Studium der Rechte an der Universität München

SS 1970 Immatrikulation an der Universität
Erlangen - Nürnberg, Studienfach Medizin

1971 Vorphysikum in Erlangen

1973 Physikum in Erlangen

SS 1975 Zulassung zum Studium der Zahnmedizin

1976 Staatsexamen der Medizin in Erlangen

1976 Promotion zum Dr. med. an der Universität Erlangen

1977 Ärztliche Approbation

1978 Physikum der Zahnmedizin wird anerkannt

1980 Staatsexamen der Zahnmedizin in Erlangen

Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197